

略解

- I** 問1 アー⑤ 問2 イー⑥ 問3 ウー③ 問4 エー③
問5 オー① 問6 カー② 問7 キー④ 問8 クー④
問9 ケー⑤ コ:0 サ:9 シ:9 ス:5
- II** 問1 アー② 問2 イー③ 問3 ウー④ 問4 エー①・③・④・⑤
問5 オー① 問6 カー④ 問7 キー② 問8 クー④
問9 ケー④・⑤ 問10 コ:0 サ:2 シ:0
- III** 問1 アー③・④・⑨ イー②・⑤・⑦ 問2 ウー②・⑤
問3 エー④ 問4 オー② 問5 カー①・③
問6 キー⑤ クー① ケー⑥ コー③

I

原則1. ナトリウムポンプ → 問1・問2に利用

細胞膜には輸送タンパク質があり、そのうちで濃度勾配に逆らって物質の輸送を行うタンパク質のことをポンプと呼んでいる。例えば、ナトリウムポンプにより、細胞内と細胞外のイオン濃度は、以下のように保たれている。なお、ポンプが働く際にはATPが使われるので、ポンプが行う輸送は能動輸送と呼ばれる。

Na⁺濃度……細胞内<細胞外

K⁺濃度 ……細胞内>細胞外

原則2. 主要なホルモンについて → 問4～問7に利用

ホルモンは、内分泌腺と呼ばれる器官から血液中へ分泌される物質のことで、他の器官（標的細胞）へ運ばれて情報を伝達する役割をもつ。主要なホルモンについて、内分泌腺名・ホルモン名・働きをまとめると、下表のようになる。

内分泌腺名		ホルモン名	働き
視床下部		放出ホルモン	脳下垂体のホルモン分泌の調整
脳下垂体	前葉	成長ホルモン*	成長やタンパク質合成の促進。血糖値上昇。
		甲状腺刺激ホルモン	チロキシンの分泌の促進
	後葉	副腎皮質刺激ホルモン	糖質コルチコイドの分泌の促進
		バソプレシン* (注1)	腎臓での水分再吸収の促進。血圧の上昇。
甲状腺		チロキシシン	体内の化学反応の促進
副甲状腺		パラトルモン	血液中のカルシウムイオン濃度の増加
すい臓	A細胞	グルカゴン	血糖値を上げる
	B細胞	インスリン*	血糖値を下げる
副腎	髄質	アドレナリン	血糖値を上げる
		糖質コルチコイド	血糖値を上げる
	皮質	鉱質コルチコイド(注2)	血液中のNa ⁺ 濃度・K ⁺ 濃度の調節
生殖器等		エストロゲン**	女性ホルモン
		テストステロン**	男性ホルモン

* ペプチド系ホルモン

** ステロイド系ホルモン。産生器官より血液中へ分泌されたステロイド系ホルモンは、肝臓において速やかに不活性化と分解をされて排泄される。なお、ヒト以外のステロイド系ホルモンには、節足動物のエクジステロイド等がある。

(注1) バソプレシンは視床下部の神経分泌細胞で合成され、脳下垂体後葉から分泌される（バソプレシンの分泌を行う神経分泌細胞は、その細胞体が視床下部に、その軸索末端（＝神経終末）が脳下垂体後葉にそれぞれ存在する）。また、腎臓の

集合管がバソプレシンの標的器官である。例えば、血しょうの浸透圧が高くなるとバソプレシンが分泌される。その結果、腎臓の集合管における水の再吸収が促進され、血液中に水が戻ることにより、血しょうの浸透圧は正常範囲まで低下する。

(注 2) 鉱質コルチコイドはコレステロールから生成される。また、鉱質コルチコイドの受容体は、標的器官の細胞の内部に存在する。なお、鉱質コルチコイドにより、腎臓の細尿管における Na^+ の再吸収が促進される。

原則 3. ネフロン (腎単位) と原尿について → 問 8・問 9 に利用

腎臓の基本的な機能単位をネフロン (腎単位) と言う。ネフロンを構成するのは、糸球体と、ボーマンのう、細尿管であり、このネフロンで尿がつくられる。なお、糸球体とボーマンのうは、合わせて腎小体 (マルピーギ小体) と呼ばれており、この腎小体においてろ過が行われ、ろ過によって血球やタンパク質成分 (アルブミン等) が取り除かれる。すなわち、このろ過された液が原尿であり、通常、血しょう成分中のタンパク質などを含まない。原尿には、ナトリウムイオン、グルコース、イヌリン、クレアチニン、尿素、カリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオンなどが含まれている。なお、この原尿が細尿管における再吸収と分泌を受けることによって、尿ができる。

問 1 ~ 問 3

【方針】

いずれの設問もナトリウムポンプなどについての知識問題であると気づく。したがって、「原則 1. ナトリウムポンプ」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問 1)

a は細胞外液中で多く、細胞内液中で少ない。一方、b は細胞内液中で多く、細胞外液中で少ない。よって、a はナトリウム (イオン) で、b はカリウム (イオン) とわかる。ゆえに、解答は、ア⑤である。

(問 2)

「陽イオン濃度差の形成・維持のために働く物質」は、能動輸送をするナトリウムポンプである。このナトリウムポンプにおいては、ATP のエネルギーを利用し、細胞外に Na^+ を、細胞内に K^+ を輸送することによって、細胞内は Na^+ が少なく K^+ が多い状態、細胞外は Na^+ が多く K^+ が少ない状態をつくることで陽イオン濃度差を生じさせている。ゆえに、解答は、イ⑥である。

(問 3)

血しょう中のナトリウムイオン (Na^+) が減少すると、浸透圧を一定に保つため、血しょう

量は減少する。ゆえに、解答は、ウー③である。

問4

【方針】

ホルモンの一種である鉱質コルチコイドについての知識を問うていると気づく。したがって、「原則2. 主要なホルモンについて」の知識を利用して解く。

【解説】

①・②：「原則2. 主要なホルモンについて」より、いずれも正しい。

③：「原則2. 主要なホルモンについて」より、ステロイドホルモンの一種である鉱質コルチコイドの受容体は、標的器官の細胞の内部に存在する。よって、誤りである。

④・⑤：「原則2. 主要なホルモンについて」より、いずれも正しい。

以上より、解答は、エー③である。

問5～問7

【方針】

いずれの設定もホルモンの一種であるバソプレシンについての知識問題であると気づく。したがって、「原則2. 主要なホルモンについて」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問5)

「原則2. 主要なホルモンについて」より、血しょうの浸透圧が高くなるとバソプレシンが分泌され、腎臓の集合管における水の再吸収が促進され、血しょうの浸透圧は正常範囲まで低下する。このことを表しているグラフは①である。ゆえに、解答は、オー①である。

(問6)

「原則2. 主要なホルモンについて」より、バソプレシンは視床下部の神経分泌細胞で合成され、脳下垂体後葉から分泌される。本問では、合成部位ではなく分泌部位を問うているから、脳下垂体後葉が答えである。ゆえに、解答は、カー②である。

(問7)

「原則2. 主要なホルモンについて」より、解答は、キー④である。

問8

【方針】

腎臓や原尿についての知識を問うていると気づく。したがって、「原則3. ネフロン（腎単位）と原尿について」の知識を利用して解く。

【解説】

「原則3. ネフロン（腎単位）と原尿について」より、該当する物質はアルブミンである。ゆえに、解答は、クー④である。

問9

【方針】

いずれの設問も原尿の生成量などについての計算問題である。また、「イヌリンは……再吸収も追加排泄（分泌）もされない物質である」という文言より、濾し出されたイヌリンの全てが尿中に排出されることに気づく。これらの点を踏まえて、「原則3. ネフロン（腎単位）と原尿について」の知識などを参考にして、順に解いてゆく。

【解説】

1：濾し出されたイヌリンの全ては尿中に排出されるから、（原尿中のイヌリンの1分間あたりの量）＝（1分間に排出される尿に含まれるイヌリンの量）となる。原尿の1分間あたりの量を X [mL] とおくと、血しょう 1 mL 中にイヌリンが 0.1 mg 含まれているから、原尿 X [mL] 中にイヌリンは $0.1X$ [mg] 含まれる。一方、1分間にできる尿は 0.5 mL (= 30 mL \div 60) である。尿 1 mL にはイヌリンが 20 mg 含まれるから、尿 0.5 mL にはイヌリンが $20 \times 0.5 = 10$ [mg] 含まれる。よって、（原尿中のイヌリンの1分間あたりの量）＝（1分間に排出される尿に含まれるイヌリンの量）より、 $0.1X = 10$ となるから、 $X = 100$ [mL] と求まる。ゆえに、解答は、ケー⑤である。

2：前問の結果より、腎臓においては、1分間に原尿 100 mL、尿 0.5 mL を生成している。よって、腎臓で1分間あたりに再吸収される水の量は、 $100 - 0.5 = 99.5$ [mL] となる。ゆえに、解答は、コ：0、サ：9、シ：9、ス：5 である。

II

原則4. DNA と RNA について → 問1～問5に利用

遺伝情報は、DNA から mRNA へ、mRNA から tRNA へと伝達される。また、rRNA は、タンパク質と結合することでリボソームを形成している。これらの DNA や RNA は、いずれも塩基、リン酸、糖の3つからなるヌクレオチド（※ 塩基は糖に結合している）を構成要素とするヌクレオチド鎖（※ リン酸と糖が交互に結合して鎖を形成している）からなるが、DNA が2本のヌクレオチド鎖からなるのに対し、RNA は1本のヌクレオチド鎖からなる。また、DNA の糖がデオキシリボースであるのに対し、RNA の糖はリボースである。なお、RNA の構成要素であるリボースは DNA の構成要素であるデオキシリボースよりも水酸基（OH 基）が1つ多いので、RNA は DNA よりも化学反応性に富んでいるが、その分、RNA は分解されやすく不安定である。

DNA では、2本のヌクレオチド鎖の塩基どうしが弱く結合することで二重らせん構造を作っている（通常、DNA の二重らせんは右巻きである）。ただし、90℃以上の高温になると、DNA の2本鎖は1本鎖にほどける。なお、DNA はエチルアルコール（エタノール）には溶けないので、DNA を含む溶液にエチルアルコールを加えたとき、DNA は沈殿するだけで壊れることはない。ちなみに、原核生物の DNA は環状の2本鎖 DNA であるが、通常、真核生物の DNA は直鎖状の2本鎖 DNA である。

DNA の複製においては、DNA を構成する2本のヌクレオチド鎖のそれぞれが鋳型となって、2つの新しい DNA 分子を複製する（注1）。このとき、新しい DNA ヌクレオチド鎖の形成は DNA ポリメラーゼ（DNA 合成酵素）等により行われる。なお、DNA のヌクレオチド鎖形成に使われる塩基は、A（アデニン）、T（チミン）、C（シトシン）、G（グアニン）の4種類（注2）であるが、RNA では、T（チミン）の代わりに U（ウラシル）が用いられる。そのため、tRNA の塩基配列は、DNA の塩基配列の T を U に置き換えたものと等しくなる。

（注1）これを半保存的複製と言う。メセルソンとスタールは、DNA の複製様式が半保存的複製であることを実験により証明した。

（注2）塩基のうちで分子量が大きいものは、プリン塩基（アデニン（A）とグアニン（G））である。なお、T（チミン）、C（シトシン）、U（ウラシル）はピリミジン塩基である。ところで、DNA 中にあるチミンが2個連続している部分に紫外線が当たった場合、2つのチミンが化学的に結合し、チミンの2量体であるチミンダイマーに変化してしまう。ただし、光回復酵素によってチミンダイマーは修復される。

タンパク質形成に関与するアミノ酸は20種類あるが、tRNA における4種類の塩基（A、U、C、G）が3個で1組となり、1つのアミノ酸を指定する（塩基3個ごとに順番に翻訳され、翻訳において重なりや飛びは起こらない）。

ところで、mRNA のコドン（遺伝暗号）に対し相補的な塩基配列を有する部分が tRNA には存在し、その部分をアンチコドンと言う。なお、DNA (RNA) においては、A と T (U)、C と G がそれぞれ相補の塩基ペアとなる。また、DNA は相補の塩基ペアで構成されるため、DNA を構成する塩基の量は、A と T、C と G がそれぞれ等しくなる（注 3）。

（注 3）シャルガフの経験則と言う。

また、真核生物の DNA においては、エキソンと呼ばれるタンパク質合成に関わる塩基配列と、イントロンと呼ばれるタンパク質合成に関わらない塩基配列の両方が含まれている。そのため、DNA の塩基配列が転写されたヌクレオチド鎖よりイントロンの部分を取り除く過程（スプライシング）を経て、mRNA はつくられる。なお、遺伝子によっては、遺伝子 1 つから転写される mRNA 前駆体に選択的スプライシングが行われて複数種の mRNA が生成されることがある。ところで、DNA 内の片側の 1 本鎖から RNA への転写（注 4）は RNA ポリメラーゼにより行われるが、転写を始めるために RNA ポリメラーゼが結合する DNA の領域をプロモーターと呼んでいる。

（注 4）転写においては、DNA を構成する 2 つのヌクレオチド鎖の片方だけが使われる。なお、パフでは、DNA の一部において二重らせんがほどけた状態で転写が行われる。

なお、DNA がヒストンに巻き付いた構造はヌクレオソームと呼ばれ、真核生物の染色体の基本構造となっている。

原則 5. 染色体と減数分裂について → 問 6～問 10 に利用

有性生殖をする生物の場合、父方の染色体は精細胞（精子）より、母方の染色体は卵細胞（卵）よりもたらされるから、子の体細胞は一对の同形同大の染色体をもっている。これを、相同染色体と言う。また、遺伝子座とは、染色体上の遺伝子の位置のことである（注 1）。1 つの遺伝形質に対して、相同染色体の同じ遺伝子座に異なる遺伝子がそれぞれ存在するとき、それらを対立遺伝子と言う。同じ対立遺伝子の対（例、AA や aa）になっているとき、ホモ接合と言う。また、異なる対立遺伝子の対（例、Aa）になっているとき、ヘテロ接合と言う。ところで、ヒトの体細胞には 46 本（23 対）の染色体があり、44 本（22 対）は男女共通の常染色体で、2 本（1 対）は男女で異なる性染色体である。この 2 本の性染色体は、女性ではホモ型（XX）、男性ではヘテロ型（XY）となる。

（注 1）遺伝子の位置を染色体上に示した地図のことを、染色体地図または遺伝子地図と言う。

また、AA、Aa、aa の様な形質を決める遺伝子の組合せを遺伝子型と言い、通常、A 等の大文字は優性遺伝子、a 等の小文字は劣性遺伝子をそれぞれ表す。したがって、優性遺伝子 A と劣性遺伝子 a からは、4 通りの遺伝子型 AA、Aa、aA、aa が生じ得るが、AA、Aa、aA をもつ個体にはいずれも [A] の表現型（優性形質）が現れ、aa をもつ個体だけに [a] の表現型（劣性形質）が現れる。

ところで、配偶子（精子や卵）がつくられるとき、染色体の数を半分にする減数分裂が行われる。この減数分裂は第 1 分裂と第 2 分裂の 2 段階で行われる。まず、第 1 分裂では、相同染色体どうしが対合した二価染色体がつくられた後、この二価染色体が分離して染色体数が半分になる ($2n \rightarrow n$)。なお、二価染色体ができたときに、相同染色体の間での染色体の乗換え（遺伝子の組換え）（注 2）が起こることがある。また、第 2 分裂では、体細胞と同じ形式で分裂が行われるので、染色体数は変化しない ($n \rightarrow n$)。なお、配偶子形成の際に正常に染色体が分配されないとき、正常な個体と比べて染色体数が 1 本～数本増減している個体（異数体）が生じることがある。

（注 2）染色体の乗換え（遺伝子の組換え）は、2 つの染色体が交さることにより起こる。なお、まれではあるが、2 箇所（二重乗換え）で染色体が交さる二重乗換え（二重組換え）が起こることがある。二重組換えの場合、結果として染色体の両端にある遺伝子間では組換えが起こらない。

また、複数の遺伝子が 1 本の染色体上に連なっているとき、連鎖していると言う。連鎖している複数の遺伝子は、その染色体と行動をともにするため、メンデルの独立の法則は成り立たない。なお、連鎖している各遺伝子間の距離がごく近い場合、その遺伝子間では染色体の乗換え（遺伝子の組換え）は起こりにくい。

原則 6. 組換え価 → 問 8・問 10 に利用

組換え価とは、組換えが起きた配偶子の割合のことで、次式で表される（ただし、組換え価 $< 50\%$ とする）。なお、同一染色体上の 2 つの遺伝子間の組換え価は、その染色体上で 2 つの遺伝子間の距離に比例する。

$$\text{組換え価} [\%] = \frac{\text{組換えが起きた配偶子の数}}{\text{全配偶子の数}} \times 100$$

問 1～問 5

【方針】

いずれの設問も DNA や RNA についての知識問題である。また、問題文中の表の①では、A と T、C と G の割合がそれぞれ等しいことに気づく。これらの点を踏まえて、「原則 4. DNA と RNA について」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

（問 1）

まず、DNA は、塩基として U を含まないから、③ではない。また、2 本鎖 DNA では、A と T、C と G の割合がそれぞれ等しくなるから、②だけが当てはまり、①と④は当てはまらない。ゆえに、解答は、アー②である。

（問 2）

伝令 RNA (mRNA) は T の代わりに U を含むから、T がなくて U を含む③だけが当てはまる。ゆえに、解答は、イー③である。

(問 3)

転写されてできた伝令 RNA (mRNA) は③であり、その塩基の割合は、表より G が 0.28 で、A が 0.36 であるから、鋳型となった DNA の塩基の割合は、C が 0.28 で、T が 0.36 でなければならない。表中でこの割合を満たすものは、④だけである。ゆえに、解答は、ウー④である。

(問 4)

①：「原則 4. DNA と RNA について」より、誤文である。

②：「原則 4. DNA と RNA について」より、正文である。

③・④・⑤：「原則 4. DNA と RNA について」より、誤文である。

⑥：「原則 4. DNA と RNA について」より、正文である。

以上より、解答は、エー①・③・④・⑤である。

(問 5)

「原則 4. DNA と RNA について」より、解答は、オー①である。

問 6

【方針】

「性染色体構成が XYY」という文言より、原因は父親の Y 染色体の不分離であると気づく。この点に着目して、「原則 5. 染色体と減数分裂について」の知識などを利用して解く。

【解説】

原因は父親の Y 染色体の不分離であるから、選択肢の③か④のどちらかが答えである。XY の性染色体の減数第 1 分裂が正常に行われても、減数第 2 分裂において Y 染色体の不分離が起きると、一方の配偶子は YY (Y 染色体が 2 つ) で、他方の配偶子は Y 染色体なしとすることになる。その結果、YY をもつ精子の方が X 染色体を 1 つもつ正常の卵と受精し、XYY の子が出現する可能性が高くなる。ゆえに、解答は、カー④である。

問 7

【方針】

まず、問題文中の各交配結果より、3 つの遺伝子が連鎖していることと、Y 染色体上にはないことが推測できる。また、どの交配結果においても雌雄間で表現型の分離比に差異がないので、常染色体上または X 染色体上で 3 遺伝子が連鎖している可能性が考えられる。これらの点を手掛かりに、「原則 5. 染色体と減数分裂について」の知識などを利用して考察を進め、A、B、C の遺伝子が存在する染色体を絞り込んでゆく。

【解説】

はじめに、常染色体上での連鎖があると仮定してみると、交配で用いた個体は「純系」であ

るから、①（雌）×④（雄）の交配では、①が aabbCC、④が AABBCC となり、aabbCC × AABBCC により得られた F₁ は AaBbCC となる。この F₁ の雌雄の交配である AaBbCC × AaBbCC について考えると、以下のようなになる（なお、生まれてくる F₂ の全てが C をホモでもつ個体となるから、C を省いて考える）。

まず、F₁ どうしの交配で生じる F₂ の表現型とその比は下表から求まり、以下の 4 式が成り立つはずである。

	nAB	1Ab	1aB	nab
nAB	n ² [AB]	n [AB]	n [AB]	n ² [AB]
1Ab	n [AB]	1 [Ab]	1 [AB]	n [Ab]
1aB	n [AB]	1 [AB]	1 [aB]	n [aB]
nab	n ² [AB]	n [Ab]	n [aB]	n ² [ab]

$$[AB] = 3n^2 + 4n + 2 = 20 + 18 = 38 \div 40$$

$$[Ab] = 2n + 1 = 5 + 4 = 9 \div 10$$

$$[aB] = 2n + 1 = 5 + 6 = 11 \div 10$$

$$[ab] = n^2 = 20 + 22 = 42 \div 40$$

しかし、上記の 4 式を同時に満足する n は存在しないので、常染色体上での 3 遺伝子の連鎖はないとわかる。

そこで、X 染色体上での連鎖があると仮定してみると、①が X^{abC}X^{abC}、④が X^{ABC}Y となり、交配で得られる F₁ は X^{abC}X^{ABC}（雌）と X^{abC}Y（雄）である。この F₁ どうしの交配で生じる F₂ の表現型とその比は下表から求められる（なお、C は省く）。

	nX ^{AB}	1X ^{Ab}	1X ^{aB}	nX ^{ab}
X ^{ab}	n [AB]	1 [Ab]	1 [aB]	n [ab]
Y	n [AB]	1 [Ab]	1 [aB]	n [ab]

問題文中の表の値と上表の値を比較すると、以下のようなになる。

$$\text{雌} \cdots [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = n : 1 : 1 : n = 20 : 5 : 5 : 20 = 4 : 1 : 1 : 4$$

$$\text{雄} \cdots [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = n : 1 : 1 : n = 18 : 4 : 6 : 22 \div 4 = 4 : 1 : 1 : 4$$

よって、②×④や③×④も同様に考えることができるから、3 遺伝子とも X 染色体上にあることがわかる。ゆえに、解答は、キー②である。

問 8

【方針】

組換えで生じたものが含まれる場合は、問題文中の表の右側の 2 つであると気づく。この点を踏まえて、「原則 6. 組換え価」や「原則 5. 染色体と減数分裂について」の知識を利用して解く。

【解説】

問題文中の表の右側の 2 つが組換えで生じたものを含む。例えば、①×④の交配で生じた

F₁ どうしを交配したとき、[AbC]と[aBC]の2つが該当し、その個体数は 5+4+5+6=20 個体であるから、組換え価は

$$\frac{20}{80+20} \times 100 = 20\%$$

となる。すなわち、AB 間での組換え価は 20%となる。同様に、BC 間、AC 間での組換え価は、それぞれ 30%、10%となる。組換え価の大きさは遺伝子間の距離を反映するから、染色体上の配置は B-A-C であるとわかる。ゆえに、解答は、クー④である。

問 9

【方針】

いずれの設定も 2 重組換えについての問題で、問 9 が考察問題、問 10 が計算問題である。また、2 重組換えでは、結果として両端にある遺伝子では組換えが起きず、真ん中の遺伝子だけが組換えを起こすと気づく。これらの点を踏まえて、「原則 5. 染色体と減数分裂について」や「原則 6. 組換え価」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問 9)

まず、交配の内容を図示すると、下記のようなになる。

$$P \quad \textcircled{5}X^{bac}X^{bac} \times \textcircled{4}X^{BAC}Y$$

↓

$$F_1 \quad X^{bac}X^{BAC} \quad X^{bac}Y$$

この図から、2 重組換えが起きた配偶子の遺伝子型が、F₂ (F₁ の子) の表現型となる場合を考えると、2 重組換えでは真ん中の遺伝子だけが組換えを起こすから、その表現型は Abc (選択肢④) と aBC (選択肢⑤) の 2 つであるとわかる。ゆえに、解答は、クー④・⑤である。

(問 10)

2 重組換えは、まず BA 間で組換えが起こり、続いて AC 間で組換えが起きると考えればよい。したがって、AB 間、AC 間のそれぞれの組換え価を掛け合わせれば、2 重組換え個体の割合になる。問 8 の結果より、AB 間の組換え価は 0.2 で、AC 間の組換え価は 0.1 である。よって、 $0.2 \times 0.1 = 0.02 = 2.0\%$ と求まる。ゆえに、解答は、コ : 0、サ : 2、シ : 0 である。

Ⅲ

原則 7. ニワトリ胚の皮膚の発生 → 問 1～問 5 に利用

ニワトリの羽毛は、進化の上ではウロコを起源としている。また、ニワトリ胚の皮膚は外胚葉由来の表皮と中胚葉由来の真皮からなり、背中の皮膚は羽毛、あしの皮膚はウロコを形成する。そして、皮膚が羽毛になるかウロコになるかは中胚葉由来の真皮が決定している。すなわち、中胚葉由来の真皮からの誘導作用によって、羽毛になるかウロコになるかが決まる。なお、ニワトリ以外の動物、例えば、ハツカネズミの間充織（※）の真皮とニワトリ胚の表皮等を組み合わせて培養した場合でも、真皮からの誘導作用が表皮等に働いてニワトリに特有の羽毛等へ分化することが確かめられている。

（※）間充織とは、主に中胚葉から生じる胎生期の組織を指す。

原則 8. 外胚葉・中胚葉・内胚葉からできる器官 → 問 1・問 4・問 6 に利用

外胚葉・中胚葉・内胚葉からできる器官（組織）を、下表に示す。

外胚葉	表皮	皮膚の表皮、目の水晶体や角膜
	神経管	脳、脊髄、目の網膜
	神経冠細胞	末梢神経、色素細胞
中胚葉	脊索	(退化)
	体節	骨格、骨格筋、皮膚の真皮
	腎節	腎臓
	側板	心臓、血管、血球、内臓筋
内胚葉	呼吸器官	えら、肺
	消化器官	食道、胃（※）、腸、肝臓、すい臓

（※）胃の結合組織は中胚葉由来である。

問 1～問 5

【方針】

いずれの設問もニワトリ胚の発生についての考察問題である。また、「原則 8. 外胚葉・中胚葉・内胚葉からできる器官」の知識より、「真皮」は中胚葉由来で「表皮」や「角膜上皮」は外胚葉由来であると気づく。これらの点を踏まえて、「原則 7. ニワトリ胚の皮膚の発生」の知識などを参考にして、順に解いてゆく。

【解説】

（問 1）

誘導能と反応能がいずれも正常であるという前提で考える。まず、あし（c の部位）の真皮と任意の表皮を組み合わせた場合、いずれもウロコに分化する。また、翼（b の部位）の真

皮と任意の表皮を組み合わせた場合、いずれも翼の羽毛に分化する。ゆえに、解答は、ア－③・④・⑨、イー②・⑤・⑦である。

(問2)

ウロコの場合も、翼の羽毛の場合も、それらの形成においては、中胚葉（真皮）および外胚葉（表皮）による相互作用が働いている。また、表皮が何に分化してゆくかは、組み合わせ相手の真皮が由来する部位に従って変化する。例えば、背中の真皮を用いた場合、あしや翼の表皮が組み合わせ相手であったとしても、背中の羽毛に分化する。もちろん、背中の表皮と背中の真皮を組み合わせた場合は、背中の羽毛に分化する。ゆえに、解答は、ウ－②・⑤である。

(問3)

表皮は真皮によって誘導されることで特定の組織に分化するから、表皮と真皮が分離されてしまうと、ウロコや背中の羽毛や翼の羽毛への分化は起こらない。ゆえに、解答は、エ－④である。

(問4)

ニワトリの5日胚の角膜上皮の場合、未分化であり反応能は正常である。本問では、ハツカネズミなどの異種の動物の真皮の誘導能が効果的に機能し得るか否かを調べるため、ハツカネズミの背中の皮膚にある真皮とニワトリの5日胚にある角膜上皮とを組み合わせている。ハツカネズミの真皮より誘導（指令）が下されると、ニワトリの角膜上皮の分化が進んでゆく。ニワトリの上皮であるなら、ニワトリに特有の羽毛へ分化し、ハツカネズミの上皮であるなら、ハツカネズミに特異的な毛へ分化してゆく。したがって、ハツカネズミ胚の背側真皮とニワトリ胚の角膜上皮を組み合わせたものを培養すると、ニワトリに特有の羽毛が形成される。ゆえに、解答は、オー②である。

(問5)

前問の結果より、ハツカネズミ胚の背側真皮に対してニワトリ胚の角膜上皮はニワトリに特異的な分化をすること、真皮（間充織）より送られてくる指令は種の境界をも越えて上皮に作用することがわかる。ゆえに、解答は、カー①・③である。

問6

【方針】

問題文中の断面図より、キとクは体節から分化する器官（組織）と推測される。この点を1つの手掛かりとして、「原則8. 外胚葉・中胚葉・内胚葉からできる器官」の知識を利用して解く。

【解説】

「原則8. 外胚葉・中胚葉・内胚葉からできる器官」より、体節から分化するものは、骨・骨格筋・真皮である。よって、キは背骨で、クは真皮である。また、ケは神経管に由来するものと判断される。神経管の前半部分は脳に分化し、後半部分は脊髄に分化する。よつ

て、切断した箇所は後半であるから脊髄である。コは切断した箇所から腎節由来の器官の腎臓と推定される。ゆえに、解答は、キー⑤、クー①、ケー⑥、コー③である。